

【特許請求の範囲】

【請求項1】火花点火機関と、駆動輪と、前記火花点火機関または駆動輪の回転エネルギーによって発電される発電機と、前記発電機で発電された電力を貯える蓄電池と、前記蓄電池および前記発電機の少なくとも一方より電力が供給される電動機とを備え、前記火花点火機関および前記電動機の出力により駆動されるハイブリッド自動車において、

炭化水素燃料を水素ガスに改質する燃料改質器を備え、前記火花点火機関は、炭化水素燃料と水素ガスの少なくとも一方で運転されることを特徴とするハイブリッド自動車。

【請求項2】請求項1記載において、前記燃料改質器で生成された水素ガスを電力に変換する燃料電池を備え、前記電動機は、前記蓄電池、前記発電機、および前記燃料電池の少なくとも一方から電力が供給されることを特徴とするハイブリッド自動車。

【請求項3】請求項2において、前記火花点火機関は、前記駆動輪に要求される駆動トルクに応じて、供給される炭化水素燃料と水素ガスの割合が変化されることを特徴とするハイブリッド自動車。

【請求項4】請求項2において、前記電動機は、前記駆動輪に要求される駆動トルクに応じて、前記蓄電池、前記発電機、および前記燃料電池の電力供給割合が変化されることを特徴とするハイブリッド自動車。

【請求項5】炭化水素燃料を水素ガスに改質する燃料改質器と、該水素ガスから電力を生成する燃料電池と、該燃料電池の電力により駆動される車軸駆動用電動機と、炭化水素と水素ガスを燃料とする火花点火機関と、該火花点火機関によって駆動される発電機と、該発電機の電力を蓄える蓄電池と、該蓄電池と、蓄電池及び燃料電池から車軸駆動用電動機に供給する電力量を制御する手段と、炭化水素燃料の燃料改質器と火花点火機関への供給比率を制御する手段と、燃料改質器で生成した水素ガスの燃料電池と火花点火機関への供給比率を制御する手段と、車軸駆動用電動機と火花点火機関の駆動力を合成して、車軸に伝える動力伝達手段を備えたハイブリッド自動車用駆動装置。

【請求項6】請求項5記載において、火花点火機関の負荷の大きさに応じて、燃料改質器と火花点火機関へ供給する炭化水素燃料の比率を制御することを特徴とするハイブリッド自動車用駆動装置。

【請求項7】請求項6記載において、低負荷では火花点火機関への炭化水素供給率を低く、高負荷では火花点火機関への炭化水素供給率を高くすることを特徴とするハイブリッド自動車用駆動装置。

【請求項8】請求項5記載において、火花点火機関の負荷の大きさに応じて、燃料改質器と火花点火機関へ供給する炭化水素燃料の比率と、燃料電池と火花点火機関へ

供給する水素ガスの比率を制御することを特徴とするハイブリッド自動車用駆動装置。

【請求項9】請求項8記載において、低負荷では燃料改質器への炭化水素供給率と、燃料電池への水素ガス供給率を高くし、中負荷では燃料改質器への炭化水素供給率と火花点火機関への水素ガス供給率を高くし、高負荷では火花点火機関への炭化水素供給率を高くすることを特徴とするハイブリッド自動車用駆動装置。

【請求項10】請求項5記載において、蓄電池に貯えた電力残量を検出する手段を設け、低負荷時に蓄電池の電力残量が予め定めたしきい値より多い場合には、蓄電池の電力を車軸駆動用電動機に供給することで車軸を駆動し、蓄電池の電力量がしきい値より少ない場合には、炭化水素燃料、または、水素ガスを火花点火機関に供給することで車軸を駆動することを特徴とするハイブリッド自動車用駆動装置。

【請求項11】請求項5記載の発電機が、火花点火機関の排気熱を回収して電力を生成するターボ発電機であることを特徴とするハイブリッド自動車用駆動装置。

【請求項12】請求項5記載の火花点火機関が、吸気流路内に水素ガスを供給し、燃焼室内に炭化水素燃料を微粒化して噴射する火花点火機関であることを特徴とするハイブリッド自動車用駆動装置。

【請求項13】請求項12記載の火花点火機関が、点火時期において点火プラグの電極周を取り囲むように水素と空気の混合気が分布し、水素空気混合気の外側に炭化水素と空気混合気が分布するように、混合気分布を制御する手段を設けたことを特徴とするハイブリッド自動車用駆動装置。

【請求項14】請求項13記載の混合気分布制御手段が、吸気ポート内の水素ガス供給手段近傍から燃焼室入口近傍にかけて、ポート断面を2つの空気流路に分ける仕切り板を設けた構造であることを特徴とするハイブリッド自動車用駆動装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は火花点火機関と電動機によって車輪を駆動するハイブリッド自動車、およびその駆動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図8に公知のハイブリッド自動車用駆動装置を示す。本駆動装置は一般にパラレルハイブリッドと呼ばれる方式である。図8において1はガソリンを燃料とする火花点火機関、2は電動機、3は蓄電池、4は発電機、5はクラッチ、6は動力伝達装置、7は差動ギア、8は車輪、9は電力調整器である。同図において、火花点火機関の要求負荷が比較的小さい場合には、クラッチ5を切り離し、電力調整器9によって蓄電池3より電動機2に電力を供給し、電動機2によって車輪8が駆動される。一方、中負荷の場合には、電力調整器9によ

って蓄電池3から電動機2への電力供給が停止され、クラッチ5をつないで火花点火機関1によって車輪8を駆動する。同時に、発電機4によって発生した電力が蓄電池3に蓄えられる。さらに負荷が高い場合は、前記の火花点火機関1の駆動力に、蓄電池3によって駆動された電動機4の駆動力が加わる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このようなハイブリッド自動車においては、たとえ電動機によって車輪を駆動する場合においても、その電力は、元々、ガソリンを燃料とする火花点火機関によって発電機を回し蓄電池に蓄えられたものを使用しており、負荷の大小に関わらず常に排気エミッションが排出されることとなる。

【0004】また火花点火機関全体の熱効率は、火花点火機関の効率に大きく依存するため、火花点火機関を効率良く運転する必要がある。しかし、一般的に火花点火機関は吸気ポート上流部に設けたスロットル弁により出力調整をするため、ポンピング損失による効率低下が大きく、火花点火機関全体の熱効率を上げるのが困難となっている。

【0005】本発明は、排気エミッションが少なく、かつ、熱効率の高いハイブリッド自動車、およびその駆動装置を提供することを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題は、火花点火機関と、駆動輪と、前記火花点火機関または駆動輪の回転エネルギーによって発電される発電機と、前記発電機で発電された電力を貯える蓄電池と、前記蓄電池および前記発電機の少なくとも一方より電力が供給される電動機とを備え、前記火花点火機関および前記電動機の出力により駆動されるハイブリッド自動車において、炭化水素燃料を水素ガスに改質する燃料改質器を備え、前記火花点火機関は、炭化水素燃料と水素ガスの少なくとも一方で運転されることによって解決される。

【0007】また上記課題は、炭化水素燃料を水素ガスに改質する燃料改質器と、該水素ガスから電力を生成する燃料電池と、該燃料電池の電力により駆動される車軸駆動用電動機と、炭化水素と水素ガスを燃料とする火花点火機関と、該火花点火機関によって駆動される発電機と、該発電機の電力を蓄える蓄電池と、蓄電池及び燃料電池から電動機に供給する電力量を制御する手段と、炭化水素燃料の燃料改質器と火花点火機関への供給比率を制御する手段と、燃料改質器で生成した水素ガスの燃料電池と火花点火機関への供給比率を制御する手段と、車軸駆動用電動機と火花点火機関の駆動力を合成して、車軸に伝える動力伝達手段を備えたハイブリッド自動車用駆動装置により解決される。

【0008】

【発明の実施の形態】以下図面により、本発明の実施形

態を説明する。

【0009】図1は、本発明による自動車用ハイブリッド火花点火機関の構成図である。本図において1はガソリン、水素ガスを燃料とする火花点火機関である。

【0010】本火花点火機関は、図2に示すように、燃焼室40の上部に点火プラグ43と吸気ポート45、排気ポート46が設けられている。水素ガスは水素供給弁42によって吸気ポート45内に供給され、またインジェクタ41によって、微粒化されたガソリンがシリンダ40内に供給される。ピストン44にはキャビティ44aが設けられている。

【0011】また、本火花点火機関においてはスロットル弁はなく、供給する水素、ガソリンの量によって機関の出力を調整する。スロットル弁をなくすことで、ポンピング損失がなくなり、高い熱効率を得ることができる。

【0012】着火性の良い水素ガスを燃料とする場合には、吸気ポート45内で空気と水素ガスを混合することで、シリンダ40内に均質な水素-空気混合気を作り燃焼させる。

【0013】一方、着火性の低いガソリン燃料の場合には、シリンダ40に直接に燃料を噴射し、キャビティ44aによって燃料の拡散を抑制することで、点火プラグ43の周りにリッチ混合気を作り、理論混合比より希薄な混合気を安定に燃焼させるようになっている。

【0014】図1において、10はガソリンを水素ガスに改質する燃料改質器であり、11は水素ガスから電力を生成する燃料電池である。2は電動機、12は火花点火機関1の排気ガスによってタービンを回し電力を生成するターボ発電機であり、発電した電力は蓄電池3に蓄えられる。6は電動機2の軸出力と火花点火機関1の軸出力を合成する動力伝達装置で、その出力は差動ギア7を介して車輪8に伝えられる。

【0015】13はガソリンの燃料改質器10と火花点火機関1への供給比率を変えるガソリン分配器で、14は燃料改質器10で生成した水素ガスの燃料電池11と火花点火機関1への供給比率を変える水素分配器である。これら分配器13、14の分配比率は制御装置15からの制御信号82、83により、任意に変えることができる。

【0016】9は燃料電池11で生成した電力と蓄電池3から供給される電力を調整する電力調整器である。

【0017】図3は、動力伝達装置6の動作モードを示した図である。

【0018】(a)は火花点火機関1の始動時に使うモードであり、電動機2の回転力は火花点火機関1に伝わり火花点火機関1をクランキングする。この時、差動ギア7に動力は伝達されない。

【0019】(b)は電動機2の駆動力のみが差動ギア7に伝わるモードであり、火花点火機関1が回転してい

てもその駆動力は差動ギア7には伝わらない。

【0020】(c)は火花点火機関1と電動機2を合わせた両方の駆動力が差動ギア7に伝わるモード、(d)は火花点火機関1の駆動力のみが差動ギア7に伝わるモードである。これらのモードは図1の制御装置15からの制御信号85によって切り替えられる。

【0021】以下、図4に示すように火花点火機関の停止状態からトルクを時間とともに増加させ、自動車を加速する場合を例に図1の実施形態の動作について説明する。図1の実施形態において、火花点火機関1の始動時は、制御信号82によってガソリンが全量、火花点火機関1に供給されるようガソリン分配器13が制御され、制御信号84によって蓄電池3の電力を電動機2に供給するよう電力調整器9が制御される。

【0022】また、動力伝達装置6は図3の(a)のモード、すなわち電動機2の駆動力が火花点火機関1に伝達されるように制御信号85によって制御される。

【0023】蓄電池3の電力が電動機2に供給されることによって電動機2が回転し、動力伝達装置6によってその回転力が火花点火機関1に伝えられる。この回転力によって火花点火機関1がクランキングされ始動する。

【0024】火花点火機関への要求トルクが図4に示す電動機最大トルクT1、すなわち電動機最大トルクT2と火花点火機関1を水素ガスで駆動したときの希薄限界空燃比での発生トルク ΔT との差より低い場合には、制御信号82によってガソリン分配器13を燃料改質器10に全てのガソリンが供給されるよう制御する。

【0025】また、制御信号83によって燃料改質器10によって生成した水素ガスの一部を火花点火機関1に供給し、残りの水素ガスを燃料電池11に供給するよう水素分配器14を制御する。このときの火花点火機関1への水素ガス供給量は、火花点火機関1の水素-空気混合気の希薄燃焼限界よりわずかに水素リッチとなるように設定される。

【0026】次に制御信号84によって、電力調整器9は燃料電池11の電力を電動機2に供給するように制御される。また制御信号85によって、動力伝達装置6は図3の(b)のモード、すなわち電動機2の駆動力のみを車輪8に伝達するモードに設定される。

【0027】これにより、ガソリンは燃料改質器10によって水素ガスに改質され、この水素ガスによって燃料電池11で電力が発生し、この電力により電動機2が回転する。電動機2の回転力が動力伝達装置6によって差動ギア7を介して車輪8に伝わり駆動力を得る。車輪8の駆動力の調整は、制御信号81により燃料ポンプ16の出力を調整し、燃料改質器10に供給するガソリン流量を増減することによって行われる。

【0028】なお、本運転モードにおいて、電力量検出器30で検出した蓄電池3の蓄電量が、予め定めたしきい値より多い場合には、燃料電池11への水素供給をし

ないように水素分配器14を制御し、かつ、蓄電池3の電力を電動機2に供給するように電力調整器9を制御することによって、蓄電池3の電力を用いて電動機2を回し、車輪8を駆動することもできる。

【0029】火花点火機関のトルクが図4に示すT1、すなわち電動機最大トルクT2と火花点火機関1を水素ガスで駆動したときの希薄限界空燃比での発生トルク ΔT との差を超えると、電力調整器9によって、電動機2には、燃料電池11からの電力に加え、蓄電池3からの電力も供給される。以後、燃料改質器10へのガソリン供給量は一定とし、トルク増加分は蓄電池3からの供給電力量を増やすことによって賄われるよう、電力調整器9と燃料ポンプ16が制御される。

【0030】さらに負荷が増え、トルクが図4に示す電動機最大トルクT2を超えると、動力伝達装置6は制御信号85によって図3の(c)のモード、すなわち電動機2と火花点火機関1の双方の駆動力を車輪8に伝達するモードに切り替えられると同時に、電力調整器9によって蓄電池3から電動機2への電力供給を停止する。これにより、電動機2の発生トルクはT1に減少し、電動機2と火花点火機関1を合わせたトルクが、電動機最大トルクT2と等しくなり、火花点火機関1を駆動力に付加したことによるトルク段差がなくなる。

【0031】この後は、制御信号81によって燃料ポンプ16を制御して燃料改質器10へのガソリン供給量を増やすとともに、水素分配器14を燃料電池11への水素ガス供給量が一定になるよう制御することによってトルクを増加させる。

【0032】水素ガス駆動の火花点火機関1と電動機2による総合熱効率とトルクの関係を図5に示す。

【0033】一般に火花点火機関の熱効率は、燃料電池と電動機を組み合わせた場合に比べ低い。

【0034】本発明においては、トルク増大に伴い、電動機の負荷分担率が下がり、火花点火機関の負荷分担率が増えるため、熱効率は低下する。そこで本発明では、火花点火機関の総合効率が火花点火機関単体の熱効率 η_4 と等しくなるトルクT3より火花点火機関の負荷が高くなると、ガソリンを全量、火花点火機関1に供給するよう、ガソリン分配器13を制御すると共に、動力伝達装置を図3の(d)のモード、すなわち火花点火機関1の駆動力のみを車輪8に伝達するモードに切り替える。

【0035】このときのガソリン供給量は、火花点火機関1の発生トルクが図5で示したT3となるように燃料ポンプ16により制御する。

【0036】この結果、車輪8は火花点火機関1のみによって駆動されることになる。これ以降のトルク増加分は、燃料ポンプ16で火花点火機関1に供給するガソリン量を制御することにより賄う。

【0037】なお、上記の実施形態においては、火花点火機関の要求トルクがT1からT3の範囲にある場合に

は、火花点火機関1は水素ガスのみを燃料として使用しているが、水素ガスとガソリンとの混合燃料を使うこともできる。

【0038】すなわち、燃料改質器10と火花点火機関1の双方にガソリンを供給するようガソリン分配器13を制御するとともに、燃料電池11と火花点火機関1の双方に水素ガスを供給するよう水素分配器14を制御する。要求トルクが高くなるに従い、ガソリン分配器13によって火花点火機関1に供給されるガソリンの割合を高くしていき、トルクT3でガソリンの割合を100%にする。

【0039】このように、ガソリン比率を連続的に変えることによって、火花点火機関1の燃料が水素ガスからガソリンに切り替わったときのトルク段差による運転性の悪化を防止できる。

【0040】また、着火性の高い水素ガスをガソリンに混ぜることによって、希薄燃焼時の着火性を改善でき、希薄運転限界の空燃比を上げることができるという利点もある。

【0041】この場合には、図6に示すように、点火時期において点火プラグの近傍に水素-空気混合気、その外側にガソリン-空気混合気が存在するように混合気の分布を制御すると、より着火性を向上できる。

【0042】このような混合気を作る方法としては、以下の方法が考えられる。

【0043】吸気ポート45内の水素ガス供給器42から吸気バルブ450近傍にかけて、図7に示すような仕切り板50を設ける。このような構造においては、吸気行程で吸気ポート45内に供給された水素ガスは空気と混合しながら、吸気ポート45の仕切り板50の上部の流路45aを通過して、シリンダ40内に供給される。一方、仕切り板50の下側の流路45bを通過してシリンダ40内に空気が供給され、この空気に向けてインジェクタ41から微粒化したガソリンが噴射される。これにより、点火プラグ43が設置されているシリンダ40の上部には水素-空気混合気を、シリンダ40の下部にはガソリン-空気混合気を生成することができる。

【0044】表1に各構成機器の代表的な熱効率を示す。

【0045】

【表1】

表 1

機 器 名	効 率 (%)
改 質 器	$\eta 1 = 70$
燃 料 電 池	$\eta 2 = 90$
電 動 機	$\eta 3 = 90$
火 花 点 火 機 関 (ノ ン ス ロ ッ ト ル)	$\eta 4 = 30$

【0046】表1の熱効率で、火花点火機関全体の熱効率を評価すると、以下のようになる。

【0047】(1) 低負荷域で、電動機のみで駆動する場合

総合熱効率 $\eta = \eta 1 \cdot \eta 2 \cdot \eta 3 = 0.7 \times 0.9 \times 0.9 = 0.567$

(2) 高負荷域で、火花点火機関のみで駆動する場合
総合熱効率 $\eta = \eta 4 = 0.3$

(3) 中負荷域で、電動機と火花点火機関で駆動する場合

総合効率 $0.3 < \eta < 0.567$ (効率は負荷により変動)

従来の火花点火機関のみで駆動した場合、熱効率は25～30%程度であることから、大幅に熱効率を向上できることがわかる。

【0048】

【発明の効果】本発明によれば、ハイブリッド自動車において、炭化水素燃料を水素ガスに改質する燃料改質器を備え、火花点火機関が炭化水素燃料と水素ガスの少なくとも一方で運転されることにより、低負荷領域の効率を向上することができ、さらには、低中負荷域において、窒素酸化物、未燃炭化水素、一酸化炭素、硫黄酸化物が排出されず、極めて排気エミッションの少ないハイブリッド自動車を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態をなすハイブリッド自動車の全体構成図を示す。

【図2】図1の火花点火機関の構成図を示す。

【図3】図1の動力伝達装置の動作モードを示す。

【図4】図1の動作例を説明するためのトルク変化を示す図。

【図5】図1の実施形態のトルクと熱効率の関係を表す図である。

【図6】着火性を高めるための火花点火機関のシリンダ内の混合気分布を示す。

【図7】本発明の一実施形態における火花点火機関の構成図を示す。

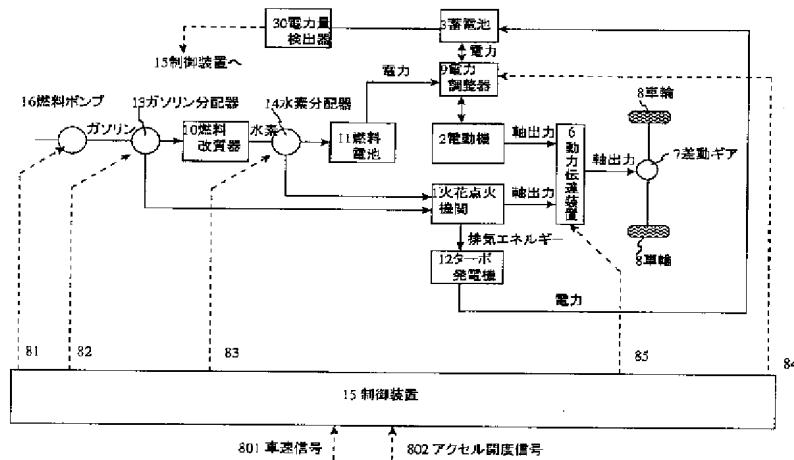
【図8】従来のハイブリッド火花点火機関の構成図を示す。

【符号の説明】

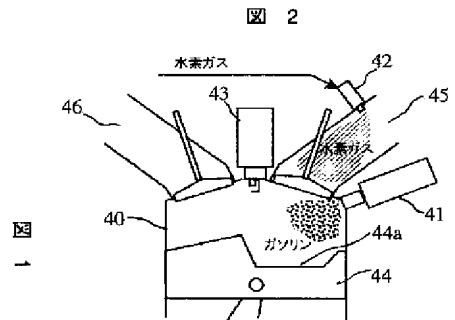
1…火花点火機関、2…電動機、3…蓄電池、6…動力
伝達装置、8…車輪、9…電力調整器、10…燃料改質

器、１２…ターボ発電機、１３…ガソリン分配器、１４…水素分配器、１５…制御装置、３０…電力量検出器。

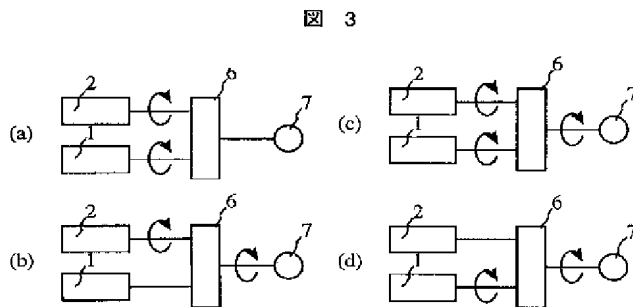
【図 1】



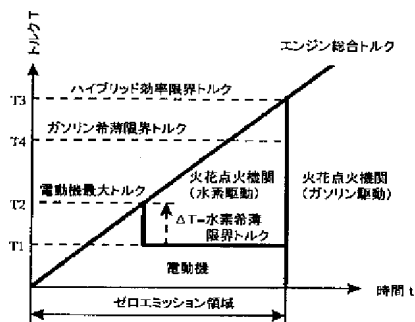
【例2】



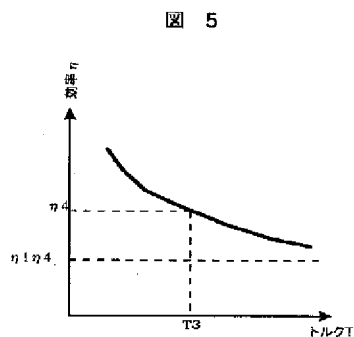
【図3】



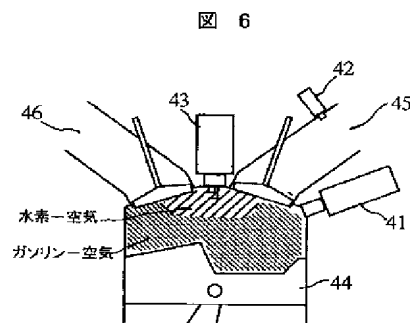
【図4】



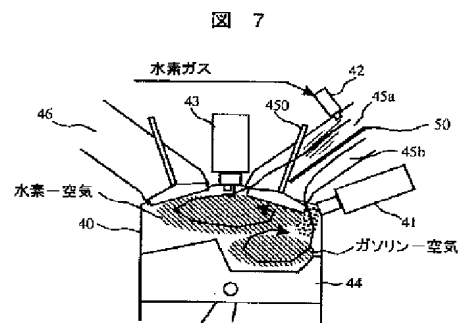
【図5】



【図6】

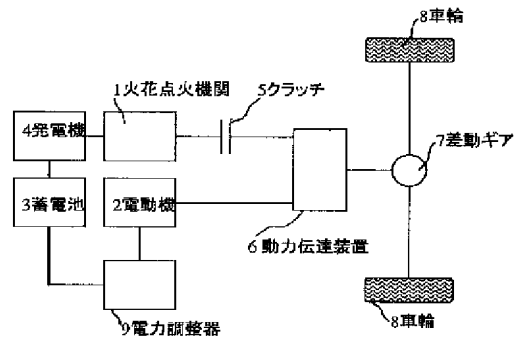


【図7】



【図 8】

図 8



フロントページの続き

(72)発明者 白石 拓也
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
式会社日立製作所日立研究所内